



Express Mailing Label:
EL675023505US

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 JUIN 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 © W / 010801

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| REMISE DES PIÈCES DATE 5 SEPT 2002 LIEU 35 INPI RENNES N° D'ENREGISTREMENT 0211214 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 05 SEP. 2002 | | 1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE THOMSON multimedia Patent Operations: Pierre COUR 46, Quai Alphonse Le Gallo 92648 BOULOGNE BILLANCOURT Cedex | |
| Vos références pour ce dossier (facultatif) PF020110 | | | |
| Confirmation d'un dépôt par télécopie | | <input checked="" type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie | |
| 2 NATURE DE LA DEMANDE | | Cochez l'une des 4 cases suivantes | |
| Demande de brevet | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Demande de certificat d'utilité | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande divisionnaire | | <input type="checkbox"/> | |
| <i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> | | N° _____ Date _____ N° _____ Date _____ | |
| Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> | | <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____ | |
| 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE DE SELECTION DE CANAL DE TRANSMISSION ET RECEPTEUR DE SIGNAUX A DIVERSITE D'ANTENNE | | | |
| 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE | | Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases) | | <input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique | |
| Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF | | THOMSON Licensing SA _____ _____ 46, Quai Alphonse Le Gallo | |
| Domicile ou siège Rue Code postal et ville Pays | | 46, Quai Alphonse Le Gallo 92 100 BOULOGNE BILLANCOURT FR FR | |
| Nationalité N° de téléphone (facultatif) Adresse électronique (facultatif) | | N° de télécopie (facultatif) <input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| REMISE DES PIÈCES DATE 5 SEPT 2002 LIEU 35 INPI RENNES N° D'ENREGISTREMENT 0211214 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI | | Réservé à l'INPI | DB 540 @ W / 010801 |
| Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i> | | PF020110 | |
| 6 MANDATAIRE <i>(s'il y a lieu)</i> Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone <i>(facultatif)</i> N° de télécopie <i>(facultatif)</i> Adresse électronique <i>(facultatif)</i> | | COUR Pierre THOMSON multimedia PG9016 46, Quai Alphonse Le Gallo 9 2 1 0 0 BOULOGNE BILLANCOURT FR 02 99 27 39 76 02 99 27 35 00 CourP@thmulti.com | |
| 7 INVENTEUR (S) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes | | Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s) | |
| 8 RAPPORT DE RECHERCHE Établissement immédiat ou établissement différé | | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformati n) <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé | |
| Paiement échelonné de la redevance <i>(en deux versements)</i> | | Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | |
| 9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES | | Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention <i>(joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG</i> | |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes | | | |
| 10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) COUR Pierre Mandataire | | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE RENNES | |

Procédé de sélection de canal de transmission et récepteur de signaux à diversité d'antenne

L'invention concerne les systèmes de communication numérique sans fil à diversité d'antennes utilisant une modulation de type OFMD (de l'anglais : Orthogonal Frequency Division Multiplex). La diversité d'antenne contribue à une amélioration de la qualité de la liaison de transmission en terme de fiabilité et de robustesse. De tels systèmes de communication sont utilisés par exemple dans les réseaux locaux sans fil du type IEEE 802.11a ou Hiperlan2 qui utilisent une transmission par

5
10

salve.

Pour en savoir plus sur les transmissions utilisant une modulation de type OFDM, l'homme du métier peut consulter : Allard M. et LASSALLE R., "Principes de modulation et de codage canal en radiodiffusion numérique vers des mobiles.", Revue de l'UER-Technique, No. 224, August 1987, pp. 168-190 ; M.C.D. Maddocks, "An introduction to digital modulation and OFDM techniques", BBC Research and Development Report, BBC RD 1993/10 ; Le Floch B., Alard M. and Berrou C., "Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex", Proceedings of the IEEE, vol. 83, No. 6, June

15
20

1995, pp 982-996.

Plus particulièrement, l'invention porte sur un procédé pour sélectionner une antenne parmi plusieurs antennes disponible à l'entrée d'un récepteur de signaux radio OFDM à diversité d'antennes, en vue de privilégier le canal de transmission délivrant un signal conduisant au plus

25

faible taux d'erreur binaire après décodage.

Pour calculer le taux d'erreur binaire sur un canal de transmission, on se sert généralement d'un certain nombre de bits du préambule de chaque trame envoyée dans le signal radio qui est transmis par le canal. Toutefois, ce calcul est coûteux en temps du fait qu'il faut décoder un grand nombre de bits et il n'est pas adapté à un récepteur à diversité d'antennes ayant à subir des changements d'antenne de réception fréquents dans le temps.

30



Le but de l'invention est de proposer un procédé mieux adapté pour la sélection d'une antenne de réception d'un récepteur à diversité d'antennes.

A cet effet, selon l'invention le procédé consiste à estimer le taux d'erreur binaire pour chaque canal de transmission en soumettant à un réseau de neurones des données représentatives de la réponse en fréquence du canal de transmission. Des données représentatives de la réponse en fréquence d'un canal de transmission peuvent être fournies par un module de calcul de la transformée rapide de Fourier, module déjà existant dans la chaîne de traitement du signal d'un récepteur de signaux OFDM. Le module de calcul de transformée de Fourier est muni de moyens qui permettent de calculer la réponse en fréquence du canal sur une séquence correspondant au préambule. Sur réception du préambule d'une trame dans le signal radio, ce module de calcul de la transformée rapide de Fourier calcule la réponse en fréquence du canal de transmission et cette réponse est utilisée par l'égaliseur pour calculer la valeur initiale de chacun de ses coefficients d'égalisation. A partir de la réponse en fréquence du canal de transmission et du niveau de puissance du signal reçu sur l'entrée, le réseau de neurones peut estimer le taux d'erreur binaire correspondant à un canal de transmission.

Pour privilégier une structure simple pour le réseau de neurones et en particulier une structure sur la base du modèle perceptron multicouche, le réseau de neurones a subi un apprentissage pour évaluer, à partir des données représentatives de la réponse du canal de transmission, le niveau de puissance du signal sur l'entrée qui serait nécessaire pour obtenir un taux d'erreur binaire prédéterminé, par exemple un taux d'erreur standard de 10^{-4} , et la sortie du réseau de neurones est utilisée avec des données représentatives du niveau de puissance effectif du signal reçu sur l'entrée pour évaluer le taux d'erreur binaire pour ce canal de transmission.

L'invention s'étend à un récepteur à diversité d'antennes pour la mise en œuvre du procédé ci-dessus.

Le procédé selon l'invention est illustré sur la figure unique montrant une chaîne de traitement du signal d'un récepteur de signaux OFDM à diversité d'antennes.

Sur la figure, le récepteur comporte à titre d'exemple non limitatif deux
5 canaux de transmission 1,2, constitués chacun par une antenne, qui sont branchés à travers un commutateur 3 à l'entrée de la chaîne de traitement du signal du récepteur.

La chaîne de traitement du signal du récepteur comprend de façon classique dans l'ordre, un changeur de fréquence 4 qui abaisse la
10 fréquence du signal radio d'entrée, un convertisseur analogique/numérique 5 dans lequel le niveau de puissance P du signal reçu est entre autres évalué, un module de calcul de la transformée rapide de Fourier 6, un égaliseur 7 et un démodulateur/décodeur 8.

Le signal radio d'entrée transporte des bits organisés en paquets, chaque
15 paquet commençant par un préambule défini. Dans le module 6, les bits du préambule de chaque paquet sont utilisés pour calculer la réponse en fréquence du canal de transmission RFC, ces données RFC étant ensuite utilisées dans l'égaliseur 7 pour le calcul des coefficients d'égalisation initiaux.

20 Les données RFC représentatives de la réponse en fréquence d'un canal de transmission sont dérivées également vers un réseau de neurones 9 qui sert à évaluer le taux d'erreur binaire pour le canal de transmission sélectionné. A partir d'une évaluation du taux d'erreur binaire pour chaque canal de transmission 1,2, le déplacement du commutateur 3 est
25 commandé automatiquement pour privilégier le canal de transmission conduisant à un signal décodé avec le plus faible taux d'erreur binaire.

Les données RFC sont normalisées en puissance. C'est pourquoi le résultat obtenu avec le réseau de neurone 9 indique la puissance nécessaire pour avoir un taux d'erreur donné.

30 Sur la figure, on a représenté un bloc 10 qui commande le déplacement du commutateur 3. Ce bloc reçoit le niveau de puissance P du signal reçu en entrée du récepteur et la sortie du réseau de neurones 9 qui est un

réseau de neurones construit selon le modèle perceptron multicouche. Ce modèle est connu pour sa simplicité d'implémentation dans des microcircuits et aussi parce que les algorithmes d'apprentissage qu'il utilise, du type rétro propagation de l'erreur, sont bien connus.

- 5 Le réseau de neurones 9 a subi un apprentissage pour évaluer, à partir des données RFC représentatives de la réponse d'un canal de transmission, le niveau de puissance du signal sur le canal de transmission qui serait nécessaire pour obtenir un taux d'erreur binaire prédéterminé en sortie du démodulateur/décodeur 8, par exemple un taux
- 10 d'erreur de 10^{-4} . La base de donnée utilisée pour l'apprentissage du réseau de neurones contient un ensemble de réponses canal normalisées en puissance et pour chacune d'elle, la puissance de signal nécessaire en entrée du récepteur (au niveau de l'antenne) pour obtenir un taux d'erreur binaire de 10^{-4} en sortie d'un décodeur de Viterbi adapté au rendement du
- 15 code utilisé sur le signal transmis. Cette "puissance nécessaire" représente la sensibilité du récepteur. Chaque élément de la base peut être obtenu par simulation ou par mesure. La simulation à l'avantage de conduire à des résultats fiables et précis mais demande énormément de temps de calcul. La mesure permet d'obtenir très rapidement un très grand nombre d'élément
- 20 mais sa réalisation doit être particulièrement soignée pour que ces résultats soient fiables et d'autre part, la précision du résultat obtenu est limitée. Pour garantir un niveau d'apprentissage suffisant, le nombre d'éléments contenu dans la base de donnée doit être au moins de quelques centaines. Et de plus, ces éléments doivent être distribués de façon la plus uniforme possible
- 25 au niveau de la sensibilité. A titre d'exemple, un récepteur mono-antenne couplée avec un positionneur spatial et un outil logiciel permettant d'automatiser les mesures ont été utilisés pour produire la base de données. Afin de garantir la stabilité du canal de transmission pour obtenir des résultats le plus fiable possible, les mesures se sont déroulées la nuit dans
- 30 un environnement exempt de toute activité humaine.

A partir de la sortie du réseau de neurones 9, c'est-à-dire un niveau de puissance du signal nécessaire estimé, et du niveau de puissance P

effectif du signal reçu au niveau de l'antenne, une estimation du taux d'erreur binaire pour le canal de transmission peut être réalisée par un algorithme de calcul dans le bloc 10. Quand il a estimé le taux d'erreur binaire pour les deux canaux de transmission, le bloc 10 peut commander

5 le commutateur 1 de manière à brancher l'entrée de la chaîne de traitement du signal du récepteur sur l'antenne délivrant un signal OFDM ayant le plus petit taux d'erreur estimé.

Plus simplement, il est également possible de comparer la puissance nécessaire estimée par le réseau de neurones avec la puissance reçue

10 afin d'obtenir pour chaque antenne et donc pour chaque canal de transmission une marge de sécurité. Le choix de l'antenne se fait en fonction de la plus forte marge de sécurité.

D'autres variantes de réalisation sont possibles. A titre d'exemple, il est possible d'utiliser des données représentatives de la réponse en

15 fréquence du canal de transmission autres que les données RFC. Les coefficients d'égalisation de l'égaliseur peuvent par exemple être utilisés mais cela est plus coûteux à mettre en œuvre.

Il est également possible d'intégrer dans le réseau de neurones une donnée représentative de la puissance d'entrée. Dans ce cas, le réseau

20 de neurones fournit directement l'information de choix de canal. Toutefois, il est préférable de n'utiliser que des données similaires dans le réseau de neurones afin de simplifier l'apprentissage.



REVENDECATIONS

1/ Un procédé pour sélectionner un canal de transmission parmi plusieurs canaux de transmission (1,2) d'un récepteur de signaux radio OFDM à diversité d'antennes, en vue de privilégier le canal de transmission délivrant un signal avec le plus faible taux d'erreur binaire, caractérisé en ce qu'il consiste à estimer le taux d'erreur binaire pour chaque canal de transmission en soumettant à un réseau de neurones (9) des données (RFC) représentatives de la réponse en fréquence du canal de transmission.

2/ Le procédé selon la revendication 1, dans lequel les données représentatives de la réponse en fréquence du canal de transmission sont dérivées dans le récepteur en sortie d'un module (6) de calcul de la transformée rapide de Fourier.

3/ Le procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le réseau de neurones a subi un apprentissage pour évaluer, à partir des données représentatives de la réponse du canal de transmission, le niveau de puissance du signal sur le canal de transmission qui serait nécessaire pour obtenir un taux d'erreur binaire prédéterminé et dans lequel la sortie du réseau de neurones est traitée avec des données (P) représentatives du niveau de puissance effectif du signal sur le canal de transmission pour évaluer le taux d'erreur binaire pour le canal de transmission.

4/ Le procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le modèle du réseau de neurones est un perceptron multicouche.

5/ Un récepteur de signaux OFDM à diversité d'antennes pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant une chaîne de traitement de signaux OFDM dont l'entrée est reliée à une pluralité d'antennes par l'intermédiaire d'un commutateur (3) déplacé

pour brancher l'entrée de la chaîne de traitement du signal sur l'antenne qui fournit un signal présentant le plus faible taux d'erreur binaire, le déplacement du commutateur étant commandé sur la base de l'information produite en sortie du réseau de neurones (9).

1/1

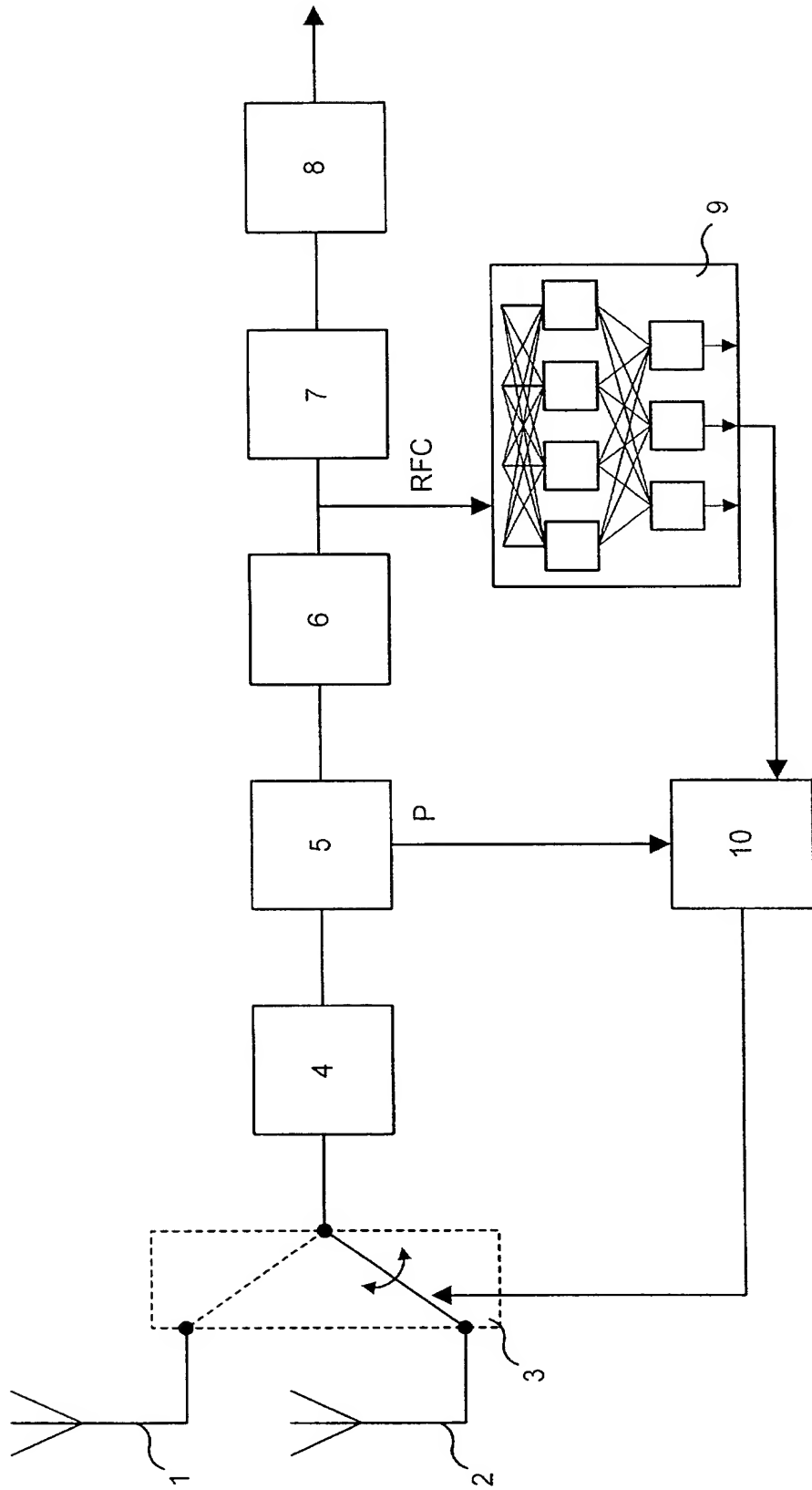


Fig. 1



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------|
| V s références pour ce dossier (facultatif) | | PF020110 |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL | | 02.11214 |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) | | |
| PROCÉDE DE SELECTION DE CANAL DE TRANSMISSION ET RECEPTEUR DE SIGNAUX A DIVERSITE D'ANTENNE | | |
| LE(S) DEMANDEUR(S) : | | |
| THOMSON Licensing SA | | |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : | | |
| 1 | Nom | DEMOULIN |
| | Prénoms | Vincent |
| Adresse | Rue | 46, Quai Alphonse Le Gallo |
| | Code postal et ville | [9 2 6 4 8] BOULOGNE BILLANCOURT Cedex |
| Société d'appartenance (facultatif) | | THOMSON multimedia R&D France |
| 2 | Nom | KERJEAN |
| | Prénoms | Jean-François |
| Adresse | Rue | 46, Quai Alphonse Le Gallo |
| | Code postal et ville | [9 2 6 4 8] BOULOGNE BILLANCOURT Cedex |
| Société d'appartenance (facultatif) | | |
| 3 | Nom | |
| | Prénoms | |
| Adresse | Rue | |
| | Code postal et ville | |
| Société d'appartenance (facultatif) | | |
| S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages. | | |
| DATE ET SIGNATURE(S) | | |
| DU (DES) DEMANDEUR(S) | | |
| OU DU MANDATAIRE | | |
| (Nom et qualité du signataire) | | |
| Le 5 septembre 2002 | | |
| COUR Pierre | | |
| Mandataire | | |



100